

PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE DE BIODIGESTOR DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS EM REATOR COMPARTIMENTADO ANAERÓBIO-AERÓBIO

Natanna Tayná de Melo Silva¹; Sávvia Gavazza²

¹Estudante do Curso de Engenharia Civil - CAA – UFPE; E-mail: natannatayna@hotmail.com,

²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Ambiental – CAA – UFPE. E-mail: savia@ufpe.br.

Sumário: No presente trabalho foi tratado, em reator compartimentado anaeróbio/aeróbio, um efluente sintético rico em matéria orgânica e nitrogênio, com características similares ao efluente de um biodigestor de resíduos sólidos orgânicos. O reator possuía três compartimentos sequenciais, alimentados em fluxo ascendente: anaeróbio - preenchido com argila expandida; anóxico - preenchido com espuma de poliuretano; e aeróbio - também preenchido com espuma de poliuretano. O efluente do compartimento aeróbio, era recirculado para o anóxico. Os resultados obtidos em termos de remoção de matéria orgânica, foi satisfatório, com eficiência média em remoção de DQO de 86%. Já em termos de remoção de nitrogênio, obteve-se eficiência de remoção de N-NTK e N-NH₄⁺ de 71% e 75%, respectivamente. Com relação a remoção de fósforo, atingiu-se também uma boa eficiência, chegando a valor médio de 22%. Essa configuração de reator se mostrou promissora para promover remoção de carbono, nitrogênio e fósforo de efluente com altas cargas nitrogenada e de matéria orgânica.

Palavras-chave: reator anaeróbio-aeróbio; remoção de carbono; remoção de nitrogênio

INTRODUÇÃO

A digestão anaeróbia (DA) representa um processo de transformação da matéria orgânica, na ausência de oxigênio molecular, que resulta na produção de um gás rico em metano, com bom potencial de aproveitamento energético, e um efluente rico em nutrientes. Ela tem se estabelecido como uma tecnologia de comprovada eficiência no tratamento dos resíduos sólidos orgânicos de diversas origens. Entretanto, o pós-tratamento de efluentes de digestores anaeróbios (biodigestores) é necessário, uma vez que a digestão anaeróbia sozinha não produz efluente que atenda aos padrões de lançamento, particularmente em termos de teor de sólidos, Demanda Química de Oxigênio (DQO), nitrogênio, fósforo e sulfetos (Tilche et al., 1996).

Segundo Braber (1995), a necessidade de pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios de resíduos sólidos é uma das poucas desvantagens apresentadas pela tecnologia. Este pós-tratamento tem por objetivo a remoção de constituintes pouco afetados nos processos anaeróbios, tais como nutrientes e patogênicos. No entanto, no caso de um biodigestor alimentado por resíduos sólidos orgânicos, separados na fonte, o pós-tratamento tem como objetivo adicional, a remoção da carga orgânica remanescente e que não foi degradada na etapa anterior de digestão.

Diversos sistemas de tratamento para efluentes, anaeróbios ou aeróbios, poderiam ser utilizados para a adequação desse efluente. Graja e Wilderer (2001) utilizaram um reator sequencial em batelada, em escala piloto, para o tratamento do efluente de uma planta de digestão anaeróbia, localizada na Bavária, e obtiveram redução de carga orgânica de 40 a 60% para DQO solúvel e 96% para amônia.

Shin et al. (2001) utilizaram um reator UASB (upflow anaerobic sludge blanket) para tratar o efluente de um digestor anaeróbio (de duas fases) de resíduos de alimentos, obtendo eficiências de remoção para DQO superiores a 96%.

Pontes (2009) mostrou que o sistema combinado anaeróbio-aeróbio de leito fixo constitui uma forma de tratamento viável para águas residuárias de alta carga poluente (no caso, provenientes de abatedouros de aves, efluente de certa forma de característica similar ao efluente de um biodigestor de resíduos sólidos). As vantagens dos processos combinados são a baixa potência de aeração requerida na fase aeróbia, menor produção de lodo biológico e baixo custo de implantação e operação (CHERNICHARO, 2006).

Para esta pesquisa, propôs-se a utilização de um sistema anaeróbio-aeróbio de leito fixo com recirculação da fase líquida, por se tratar de um tratamento compacto e que, ao mesmo tempo, suporta alta carga. Os sistemas combinados anaeróbio-aeróbios têm se mostrado adequados, principalmente quando, além da redução da matéria orgânica, deseja-se a remoção de nutrientes, em particular o nitrogênio orgânico e amoniacal.

MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente tratado foi desenvolvido em laboratório, com características semelhantes ao efluente de um biodigestor de resíduos sólidos orgânicos: DQO = 895 ± 96 mg/L, N-NTK = 457 ± 46 mg/L, $P-PO_4^{3-} = 4,67 \pm 0,30$ mg/L.

Neste experimento, foi utilizado um reator de leito fixo e fluxo ascendente (Figura 1), constituído por um tubo de acrílico de diâmetro interno de 9,3 cm e comprimento de 100 cm. A alimentação e a recirculação do efluente aeróbio para a parte anaeróbia foi realizada por bomba peristáltica. A aeração é realizada por insuflador que injeta o ar na câmara de aeração. O reator foi mantido a uma temperatura interna média de $30 \pm 1^\circ\text{C}$. a grande vantagem dessa configuração de reator é permitir que a matéria orgânica, afluyente no primeiro compartimento seja acidificada e utilizada como doadora de elétrons para a desnitrificação do efluente recirculado, além de equilibrar o balanço entre a geração e consumo de alcalinidade resultantes dos processos de amonificação, nitrificação e desnitrificação. Assim, se elimina a necessidade de fontes externas de matéria orgânica e alcalinidade (Pontes, 2009).

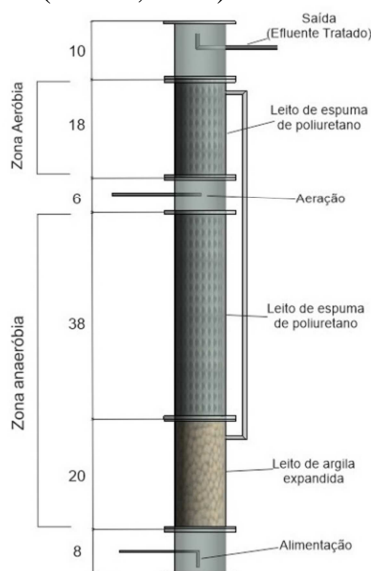


Figura 1. Desenho esquemático do reator

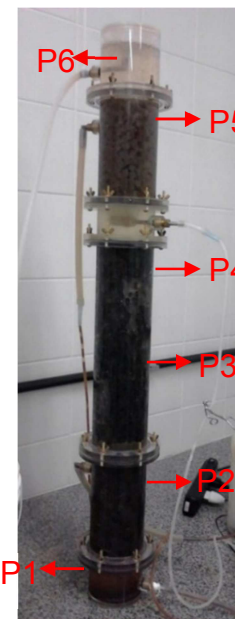


Figura 2. Pontos de coleta monitorados

Como meios suportes, foram utilizados, para imobilização da biomassa, argila expandida (1ª câmara) e espuma de poliuretano (2ª câmara e zona aeróbia). Os módulos anaeróbio e anóxico, preenchidos com argila expandida e espuma de poliuretano, respectivamente, foram inoculados com biomassa proveniente de reator UASB tratando esgoto doméstico. O sistema de tratamento foi monitorado e avaliado em relação aos aspectos: afluente a ser tratado (P1), efluente após a primeira câmara anaeróbia (P2), efluente na segunda câmara anaeróbia (P3 e P4), efluente após câmara aeróbia (P5) e efluente tratado (P6) (Figura 2). Os parâmetros analisados foram DQO, pH, alcalinidade, nitrogênio total e amoniacal, nitrato, nitrito, fósforo, temperatura e ácidos graxos voláteis. Todas as análises físico-químicas foram realizadas segundo métodos descritos pela APHA (2005). O experimento foi monitorado por 100 dias com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 24 horas.

RESULTADOS

As Figuras 3, 4, 5 e 6 apresentam os valores de DQO, NTK, $N-NH_4^+$ e $P-PO_4^{3-}$, respectivamente, na entrada (P1) e saída (P6) do reator, assim como as eficiências de remoção, durante todo o período de operação

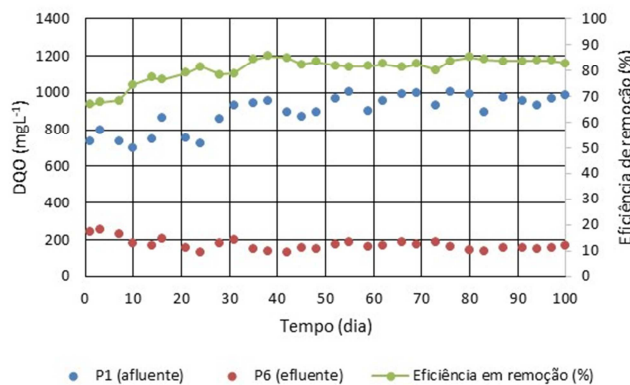


Figura 3. Variação da concentração de DQO nas amostras afluente (P1), efluente (P6) e a eficiência de remoção de DQO ao longo de todo período experimental.

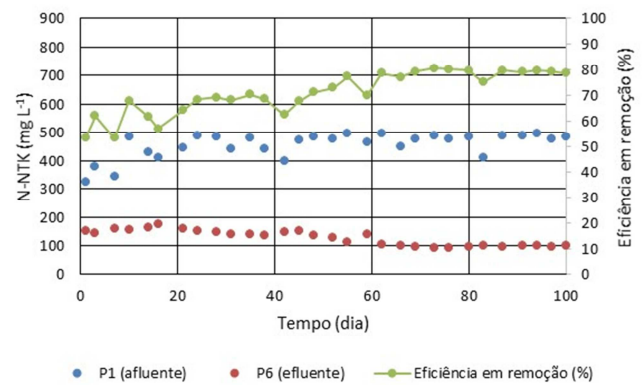


Figura 4. Variação da concentração de NTK nas amostras afluente (P1), efluente (P6) e eficiência em remoção de NTK ao longo de todo o período experimental.

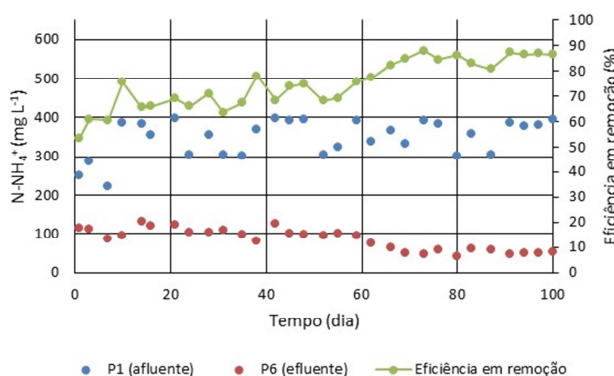


Figura 5. Variação da concentração de $N-NH_4^+$ nas amostras afluente e efluente ao longo de todo o período experimental.

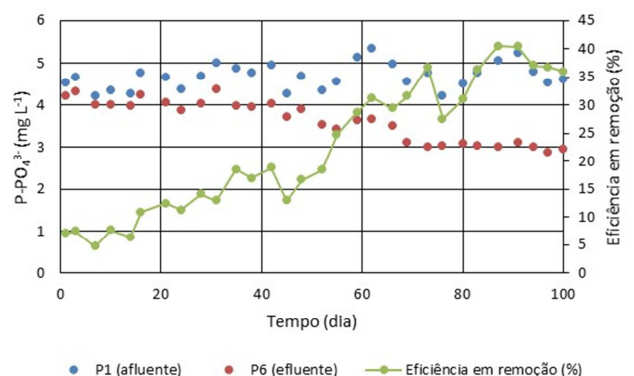


Figura 6. Concentrações de $P-PO_4^{3-}$ afluentes, efluentes e eficiência em remoção.

DISCUSSÃO

A eficiência de remoção de DQO no reator compartimentado apresentou valor médio e máximo de 80% e 90%, respectivamente.

Obteve-se uma boa eficiência em remoção de NTK e $N-NH_4^+$, atingindo valores médio de 71% e 88%, respectivamente, onde era aplicada uma carga nitrogenada de $0,46 \text{ kg N.m}^{-3}.\text{dia}^{-1}$. No ponto de eficiência máxima (81%), a concentração efluente de NTK chegou a 95 mg.L^{-1} .

A remoção de fósforo ao longo do período experimental foi bastante satisfatória, atingindo valores médios para eficiência em remoção de $22 \pm 12\%$. Apesar de altos níveis de $N-NH_4^+$, as bactérias consumidoras de fósforo não foram inibidas. Para este tipo de processo é esperada uma remoção de fósforo de até 36%. Neste trabalho, obteve-se valor máximo de 41% em eficiência de remoção de fósforo. Isto foi devido a recirculação do efluente da câmara aeróbia para a anaeróbia, pois essa recirculação pode ter carregado microrganismos capazes de acumular fósforo em condições desnitrificantes.

CONCLUSÕES

De forma geral, os resultados deste trabalho mostram que é viável o tratamento de efluente com alta concentração de matéria orgânica e nitrogênio, utilizando reator combinado anaeróbio-aeróbio vertical de leito fixo como única unidade de tratamento.

AGRADECIMENTOS

À Propesq – Pró-reitoria para assuntos de pesquisa e pós-graduação, pela bolsa concedida e ao LEA – Laboratório de Engenharia Ambiental, onde foi realizado o experimento.

REFERÊNCIAS

- BRABER, K. 1995. **Anaerobic digestion of municipal solid waste: a modern waste disposal option on the verge of breakthrough.** *Biomass and Bioenergy*, vol. 9, 1-5, 365-376.
- CHERNICHARO, C. A. L., 2006. **Post-Treatment Options for the Anaerobic Treatment of Domestic Wastewater.** *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, Vol. 5, 73-92.
- GRAJA, S., WILDERER, P., 2001. **Characterization and treatment of the liquid effluents from the anaerobic digestion of biogenic solid waste.** *Water Science and Technology* Vol 43, N° 3, pp 265–
- PONTES, Ana Flávia Vieira. **Avaliação de desempenho de reator anaeróbio-aeróbio com recirculação da fase líquida no tratamento de água residuária proveniente de abatedouro de aves.** 2009. 161f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SHIN, S., HAN, S., SONG, Y., LEE, C., 2001. **Performance of UASB reactor treating leachate from acidogenic fermenter in the two-phase anaerobic digestion of food waste.** *Wat. Res.* Vol. 35, N° 14, pp. 3441–3447.
- TILCHE, A., BORTONE, G., GRAUTI, G., MALASPINA, F., 1996. **Post-treatments of anaerobic effluents.** *Antoine van Leeuwenhoek* 69:47–59.